

## ディンプルを用いた新旧コンクリート間のせん断伝達(その2) 性能評価

(株)大林組 正会員 ○武田 篤史 田中 浩一 姜 威  
 (公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 岡本 大 奥西 淳一 谷村 幸裕

## 1. はじめに

RC 構造物の曲げ補強における新旧コンクリート面でのせん断伝達への利用を目的として、ディンプルによる方法を開発した。本報では、表-1 に示す載荷実験結果<sup>1)</sup>をもとに、設計で用いることができるように球底タイプの性能評価を行った。

## 2. せん断伝達性能の評価

2.1 概要 ディンプル深さの差は見られなかったため、その影響がないものとして評価した。新コンク

リートを高強度とした C10 は、評価の対象から除外したが、その特性を示すために各種グラフ中へのプロットは行った。

2.2 せん断耐力時における拘束力の影響 図-1 に最大荷重から求めたディンプル 1 個当たりのせん断耐力とせん断耐力時拘束力の関係を示す。

C9 を除くと、両者は概ね線形関係にあることが分かる。C9 は拘束力が非常に大きいため、拘束力が有効な範囲の上限に達していたと考えられる。そこで、C1～C8 を最小二乗法で近似し、C9 のせん断耐力を上限として、式(1)のように評価した。

$$V = 40.1 + 1.31 N^{peak} \leq 158 \quad (1)$$

ここに、 $V$ : せん断耐力(kN/個)、 $N^{peak}$ : せん断耐力時拘束力(kN/個)。

2.3 パッシブ拘束力に与える拘束剛性の影響 式(1)におけるせん断耐力時の拘束力  $N^{peak}$  は、初期拘束力  $N^{ini}$  とパッシブ拘束力  $N^{pas}$  が寄与しており、式(2)のように記述することができる。

$$N^{peak} = N^{ini} + N^{pas} \quad (2)$$

せん断耐力を求めるためには、パッシブ拘束力  $N^{pas}$  を定式化する必要がある。そこで、パッシブ拘束力  $N^{pas}$  と拘束剛性  $k_{exp}$  との関係を考察する。図-2 に、パッシブ拘束力  $N^{pas}$  と拘束剛性  $k_{exp}$

との関係を示す。実験値すべてをプロットするとばらつきを有しているが、初期拘束力  $N^{ini}$  が等しい 4 点 (図中の赤丸で囲った点) に着目すると、概ね原点を通る直線状にある。そこで、初期拘束力が等しい場合には、比例係数  $\alpha$  を用いて以下の式が成り立つものと考えた。

表-1 載荷実験のパラメーターと結果

| No. | 名称             | 実験パラメーター   |            |                  |                                  |                                        | 実験結果                       |                                           |
|-----|----------------|------------|------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|
|     |                | ディンプル      |            | 新設<br>コンク<br>リート | 拘束材                              |                                        | せん断<br>耐力<br>$V$<br>(kN/個) | せん断<br>耐力時<br>拘束力<br>$N^{peak}$<br>(kN/個) |
|     |                | 深さ<br>(mm) | 個数<br>(配置) |                  | 初期<br>拘束力<br>$N^{ini}$<br>(kN/個) | 拘束剛性<br>の実験値<br>$k_{exp}$<br>(kN/mm/個) |                            |                                           |
| C1  | C30-4-M-P02-SH | 30         | 4個         | 通常強度             | 25.0                             | 49.7                                   | 87.6                       | 34.7                                      |
| C2  | C45-4-M-P02-SH | 45         | 4個         | 通常強度             | 25.0                             | 47.6                                   | 81.5                       | 33.6                                      |
| C3  | C60-4-M-P02-SH | 60         | 4個         | 通常強度             | 25.0                             | 51.0                                   | 82.7                       | 32.9                                      |
| C4  | C30-V-M-P05-SH | 30         | 2個(V)      | 通常強度             | 50.0                             | 57.6                                   | 108.5                      | 54.6                                      |
| C5  | C30-H-M-P05-SH | 30         | 2個(H)      | 通常強度             | 50.0                             | 64.6                                   | 114.9                      | 58.8                                      |
| C6  | C30-4-M-P02-SL | 30         | 4個         | 通常強度             | 25.0                             | 35.6                                   | 89.6                       | 31.4                                      |
| C7  | C30-4-M-P01-SH | 30         | 4個         | 通常強度             | 11.5                             | 51.4                                   | 62.8                       | 20.8                                      |
| C8  | C30-4-M-P06-SH | 30         | 4個         | 通常強度             | 57.3                             | 54.2                                   | 126.9                      | 64.3                                      |
| C9  | C30-4-M-P17-SH | 30         | 4個         | 通常強度             | 172.0                            | 40.3                                   | 158.4                      | 175.5                                     |
| C10 | C30-4-H-P02-SH | 30         | 4個         | 高強度              | 25.0                             | 52.4                                   | 115.9                      | 39.3                                      |

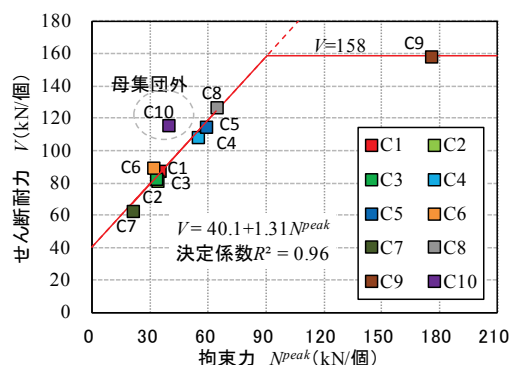


図-1 せん断耐力-拘束力関係

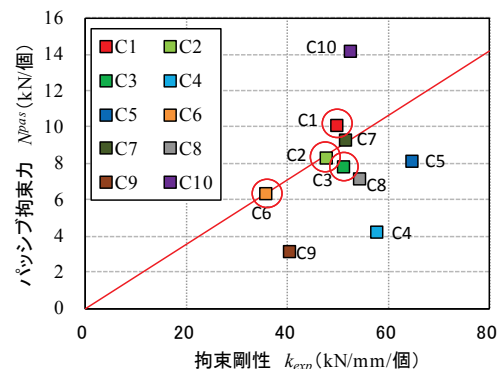


図-2 パッシブ拘束力-拘束剛性関係

キーワード：曲げ補強、新旧コンクリート、せん断伝達、一面せん断、拘束力

連絡先：〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 TEL 042-495-1111

$$N^{pas} = \alpha \cdot k_{exp} \quad (3)$$

ここで、比例係数  $\alpha$  は、増加荷重と剛性の比であるため、せん断耐力時の目開き量  $w(\text{mm})$  にほかならない。つまり、式(3)は初期拘束力が等しければせん断耐力時の目開き量  $w$  が一定値  $\alpha$  であることを示している。

**2.4 パッシブ拘束力に与える初期拘束力の影響** 図-2において初期拘束力が異なるものに関してはばらつきが見られたため、パッシブ拘束力  $N^{pas}$  に与える初期拘束力の影響を検討した。ただし、拘束剛性  $k_{exp}$  の影響を取り込んだ上で検討するために、パッシブ拘束力  $N^{pas}$  は拘束剛性  $k_{exp}$  で除して目開き量  $w$  として整理した。

図-3 にせん断耐力時の目開き量  $w(=N^{pas} / k_{exp})$  と初期拘束力  $N^{ini}$  の関係を示す。右下がりの関係にあることが分かるため、式(4)に示す直線で評価した (単位は  $\text{kN}$ 、 $\text{mm}$ 、/個)。

$$N^{pas} / k_{exp} = -6.80 \times 10^{-4} \cdot N^{ini} + 0.178 \quad (4)$$

**2.5 ディンプルによるせん断伝達性能の評価** ディンプル1個当たりのせん断耐力  $V$  は、式(1)、式(2)および式(4)を統合することにより、以下のように表わすことができる (単位は  $\text{kN}$ 、 $\text{mm}$ 、/個)。

$$V = 40.1 + 1.31 N^{ini} - 8.91 \times 10^{-4} N^{ini} \cdot k + 0.233 k \leq 158 \quad (5)$$

適用範囲は、実験を行った範囲とするが、コンクリート強度の増加は耐力の上昇につながることを確認できたため、コンクリート強度の適用範囲は実験値以上とすることができる。

せん断耐力の実験値  $V_{exp}$  と計算値  $V_{cal}$  との比較を図-4 に示す。回帰式の母集団から除外している C10 をのぞくと、 $V_{cal} / V_{exp}$  の平均は 1.00、変動係数は 0.05 であった。従って、十分な精度で評価できていると言える。

**2.6 初期拘束力が小さい範囲への拡張** RC 構造物を巻立てにより曲げ補強を行う際は、鋼板や帯鉄筋、中間貫通鋼材などの拘束材にプレストレスを導入することは一般的でない。しかし、本実験では、載荷時に試験体を直立させるために初期拘束力  $N^{ini}$  を導入した。したがって拘束材にプレストレスをかけない場合が適用範囲外となる。そこで、 $0 \leq N^{ini} < 11.5 \text{ kN/個}$  の範囲への拡張を検討した。

初期拘束力の影響を示しているのは、式(4)の目開き量評価である。目開き量と初期拘束力の関係は、図-3 に示す通り右下がりの関係である。プロットの無い  $N^{ini} < 11.5 \text{ kN/個}$  の範囲においても同様の傾向と考えられるが、直線で補完できるかは不明である。そこで、 $N^{ini} < 11.5 \text{ kN/個}$  の範囲において、図-3 の破線で示すように目開き量を一定と考えることでパッシブ拘束力を控えめに評価することとした。目開き量の最大値は、式(4)に  $N^{ini} = 11.5 \text{ kN/個}$  を代入すると  $N^{pas} / k_{exp} = 0.170 \text{ mm}$  なので、式(1)および式(2)と統合することでせん断耐力の評価式は以下ようになる (単位は  $\text{kN}$ 、 $\text{mm}$ 、/個)。

$$V = 40.1 + 1.31 N^{ini} + 0.233 k \leq 158 \quad (6)$$

適用範囲は初期拘束力  $N^{ini}$  以外に関しては、式(5)と同様である。

### 3. まとめ

ディンプルによる新旧コンクリートのせん断伝達について、載荷実験結果をもとにせん断耐力の評価式を作成し、良い精度で評価できていることを確認した。今後は、部材実験により本工法の成立性を確認する予定である。

**参考文献**：1) 田中ら：ディンプルを用いた新旧コンクリート間のせん断伝達(その1)載荷実験、第68回年次学術講演会講演概要集、2013.9

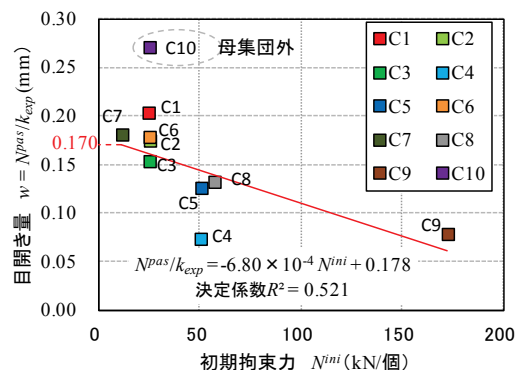


図-3 目開き量—初期拘束力関係

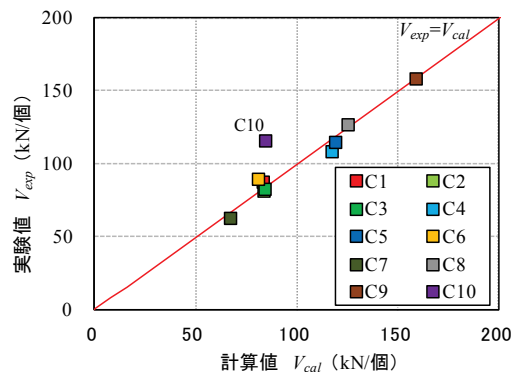


図-4 せん断耐力の実験値と計算値